

Abstract not available for CN 1357189 (A)

Abstract of corresponding document: **WO 0079764 (A1)**

In the compression of header field values (12) to produce compressed header portions (17) of associated data packets (18) to be transmitted across a communication channel, there is included in each transmitted packet history information about delta values (ID) of a certain number of previous packets (18) in the transmission sequence. This makes the compression scheme more robust and tolerant of packet loss, because lost delta values (ID) can be reconstructed using the history information.

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H04L 29/06

## [12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 00809083.1

[43]公开日 2002年7月3日

[11]公开号 CN 1357189A

[22]申请日 2000.6.16 [21]申请号 00809083.1

[30]优先权

[32]1999.6.18 [33]US [31]09/335,557

[86]国际申请 PCT/SE00/01270 2000.6.16

[87]国际公布 WO00/79764 英 2000.12.28

[85]进入国家阶段日期 2001.12.17

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 K·斯万布洛 L·-E·荣松

M·德格尔马克

H·汉努

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邹光新 陈霁

权利要求书4页 说明书11页 附图页数5页

[54]发明名称 利用历史信息的稳健的德尔塔编码技术

[57]摘要

在压缩报头字段值(12)产生有关数据包(18)的压缩报头部分(17)通过通信信道发射出去的过程中,在每个发射的数据包历史信息中包括发射序列中前面特定个数数据包(18)的德尔塔值(ID)。这样就使得压缩方案更加坚固,更能够承受数据包的丢失,因为丢失的德尔塔值(ID)能够用历史信息重构。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

## 权 利 要 求 书

1. 一种方法，用于压缩当前报头字段值，产生有关的当前数据包的一个压缩报头部分，通过通信信道发射出去，包括：
  - 确定当前报头字段值和对应报头字段值之间的第一差值，该对应报头字段值跟位于一个数据包序列中当前数据包前面的前一个以前的数据包有关，这个数据包序列是通过所述通信信道传输的；和在压缩报头部分提供说明第一差值及还说明报头字段值之间的第二差值的信息，这些报头字段值对应于当前报头字段值，分别跟所述序列中的当前数据包前面的第一和第二以前的数据包相关联。
- 5 10 15 20 25 30 2. 权利要求 1 的方法，其中的提供步骤包括将第一个和第二差值进行编码，产生第一和第二差值的编码表示。
  3. 权利要求 2 的方法，其中的编码步骤包括按照第一个和第二差值用查阅表来确定编码表示。
  4. 权利要求 1 的方法，其中的提供步骤包括确定报头字段值之间的第三差值，这些报头字段值对应于当前报头字段值，分别跟这个序列中当前数据包前面的第一个数据包和第三个数据包有关，并且确定报头字段值之间的第四差值，它对应于当前报头字段值，分别跟前面的第二个和第三个数据包有关，并且将第三个和第四差值加起来产生第二差值。
  5. 权利要求 1 的方法，包括从当前报头字段值产生一个校验和，并且在压缩报头部分提供这个校验和以及说明第一和第二差值的信息。
  6. 权利要求 1 的方法，其中的通信信道包括无线通信链路。
  7. 权利要求 1 的方法，其中的报头字段值包括一个序列号。
  8. 一种方法，用于对来自通信信道的当前数据包的压缩报头部分进行解压缩，产生需要的报头字段值，包括：
    - 从压缩报头部分获得第一个信息，说明所需要报头字段值和通过通信信道传输的数据包序列中当前数据包前面的一个数据包的对应报头字段值之间的第一差值，所述获得步骤包括从压缩报头部分获得第二信息，说明报头字段值之间的第二差值，它对应于所需报头字段值，分别跟传输序列中当前数据包前面的第一个和第二数据包相关联；和

01·12·17

在第一和第二信息的基础之上估测所需要的报头字段值。

9. 权利要求 8 的方法，其中的估测步骤包括在第一和第二信息的基础之上，以及在对应于所需要的报头字段值，跟传输序列中当前数据包前面的数据包有关，在当前数据包之前收到的报头字段值的基础上，估测所需要的报头字段值。

10. 权利要求 8 的方法，包括从压缩报头部分提取编码表示的一个接收版本，它代表第一和第二差值，是在通信信道的发射端产生的，所述获得步骤包括对编码表示的接收版本进行译码，获得第一和第二信息。

10 11. 权利要求 10 的方法，其中的译码步骤包括根据编码表示的接收版本用一个查阅表来确定第一和第二信息。

12. 权利要求 8 的方法，包括从所需报头字段值的估测产生一个校验和，从压缩报头部分提取从所需报头字段值在发射端产生的校验和的一个接收版本，将产生的校验和跟收到的校验和版本进行比较以确定这个估测是否正确。

13. 权利要求 8 的方法，其中通信信道包括无线通信链路。

14. 权利要求 8 的方法，其中的第二差值是第三和第四差值的和，其中的第三差值是报头字段值之间的差值，它对应于当前报头字段值，分别跟发射序列中当前数据包前面的第一和第三数据包有关，其中的第四差是报头字段值之间的差值，它对应于当前报头字段值，分别跟前面的第二和第三数据包相关。

20 15. 权利要求 8 的方法，其中的报头字段值包括一个序列号。  
16. 一种装置，用于压缩当前报头字段值，产生当前数据包的压缩报头部分，通过通信信道发射出去，包括：

25 用于接收报头字段值的一个输入端；

一个差值确定装置，跟所述输入端连接，用于确定当前报头字段值跟要通过通信信道发射的数据包序列中当前数据包前面的数据包的对应报头字段值之间的第一差值，并且用于确定报头字段值之间的第二差值，它对应于当前报头字段值，分别跟这个序列中当前数据包前面的第一和第二数据包相关；和

30 一个输出端，跟所述差确定装置连接，用于输出压缩报头部分，包括说明第一和第二差值的信息。

17. 权利要求 16 的装置，包括一个编码器，连接在所述输出端和所述差确定装置之间，用于对第一和第二差值进行编码，在所述输出端产生第一个和第二差值的编码表示。

18. 权利要求 16 的装置，其中的差值确定装置能够确定报头字段值之间的第三差值，它对应于当前报头字段值，分别跟这个序列中当前数据包前面的第一和第三数据包相关，还用于确定报头字段值之间的第四差值，它对应于当前报头字段值，分别跟前面的第二和第三数据包有关，所述差确定装置能够将第三和第四差值加起来产生第二差值。

19. 权利要求 16 的装置，包括一个校验和产生器，跟所述输入端连接，用于接收当前报头字段值，从而产生一个校验和，所述校验和产生器跟所述输出端连接，在压缩报头部分提供校验和以及说明第一和第二差值的信息。

20. 权利要求 16 的装置，其中的通信信道包括无线通信链路。

21. 权利要求 16 的装置，其中的报头字段值包括序列号。

22. 一种装置，用于对从通信信道收到的当前数据包的压缩报头部分进行解压缩，产生所需报头字段值，包括：

- 一个输入端，用于接收压缩报头部分；
- 一个重构器，跟所述输入端连接，用于接收从压缩报头部分获得的第一个信息，说明所需报头字段值跟通过通信信道发射的数据包序列中当前数据包前面的数据包的相应报头字段值之间的第一差值，所述重构器还用于从压缩报头部分接收第二信息，说明报头字段值之间的第二差值，它对应于所需报头字段值，分别跟发射序列中当前数据包前面的第一和第二数据包相关；和
- 所述重构器按照第一和第二信息估测所需的报头字段值。

23. 权利要求 22 的装置，其中的重构器有一个输入端，用于接收一个报头字段值，这个报头字段值对应于所需报头字段值，并且跟发射序列中当前数据包前面的数据包有关，是在当前数据包前面收到的，所述重构器能够按照第一和第二信息以及在重构器输入端收到的报头字段值估测所需报头字段值。

24. 权利要求 22 的装置，包括一个译码器，连接在所述输入端和所述重构器之间，用于从所述压缩报头部分接收编码表示的一个接

收版本，它代表第一和第二差值，是在通信信道的发射端产生的，这个译码器能够对编码表示的接收版本进行译码，获得第一和第二信息。

25. 权利要求 22 的装置，其中的重构器有一个输出端，用于输出对所需报头字段值的估测，还包括一个校验和产生器，跟所述重构器输出端连接，用于接收所述估测，产生一个校验和，这个校验和产生器包括一个输出端，用于输出所述校验和，还包括一个比较器，跟所述输入端连接，用于从所述压缩报头部分接收通信信道发射端从所需报头字段值产生的校验和的一个接收版本，所述比较器跟所述校验和产生器输出端连接，用于从它接收所述校验和，所述比较器能够将收到的校验和版本跟所述校验和产生器产生的校验和进行比较，以确定这个估测是否正确。

26. 权利要求 22 的装置，其中的通信信道包括无线通信链路。

27. 权利要求 22 的装置，其中的报头字段值包括序列号。

# 说 明 书

## 利用历史信息的稳健的德尔塔编码技术

### 发明领域

5 总的来说本发明涉及数据包通信，具体而言，涉及数据包通信中的报头压缩。

### 发明背景

由于因特网的巨大成功，在所有种类的链路上利用因特网协议 IP 成为一项艰巨的工作（例如参考 John Postel，《因特网协议》，DARPA  
10 RFC 791，1981 年 9 月，在这里将它引入作为参考）。但是，由于因特网协议被设计成用于具有很大带宽的有线链路，同时因特网协议的数据包报头很大，因此在窄带链路上采用因特网协议，例如在蜂窝链路上这样做，并不总是一件简单的事情。如果我们考虑将因特网协议用于实时数据，例如普通语音，用户数据报协议 UDP（例如 John  
15 Postel，《用户数据报协议》，DARPARFC 768，1980 年 8 月，在这里将它引入作为参考）和实时传输协议 RTP（例如 Henning Schulzrinne，Stephen L. Casner，Ron Frederick 和 Van Jacobson，《RTP：实时应用的一种传输协议》，IETF RFC 1889，IETF 音频 / 视频传输工作组，1996 年 1 月，在这里将它引入作为参考）被用于因特网协议的顶层。  
20 除此以外它们总共需要 40 个八位位组的报头（ITP 20 个，UDP 8 个，RTP 12 个八位位组）。如果我们将这些报头需求跟帧尺寸只有 15 到 20 个八位位组的普通语音应用结合起来，报头部分就会占用数据包的 70% 以上。对于即将出现的新因特网协议第 6 版（例如 Steven Deering 和 Robert Hinden，《因特网协议第 6 版（Ipv6）规范》，RFC  
25 2460，IETF 网络工作组，1998 年 12 月，在这里将它引入作为参考），它的报头有 40 个字节，这个问题更加突出。通过无线链路进行传输的时候，缩小报头将提高频带利用率，节省经费。

30 报头压缩（HC）这个术语指的是使点到点链路中每一跳报头必不可少的信息的带宽尽可能地小。报头压缩利用了这样一个事实，那就是在一个流中报头的一些字段并不改变，大多数报头的变化都很小并且 / 或者是可以预测的。传统的报头压缩方案利用了这些事实，并且一开始只发送静态信息，而变化的字段则作为无压缩值发送（例如完

全随机的信息), 或者作为数据包之间的差发送, 而后者通常被叫作差分(或者德尔塔)编码。采用差分编码方式的时候, 压缩方案可能会非常脆弱, 它的性能很大程度上依赖于链路质量。例如, 如果链路上数据包丢失是常见的事情, 那么链路上就会经常出现数据包连续丢失的现象, 从而使质量下降。

传统的报头压缩/解压缩方法常常是用状态机来实现的, 保持压缩器和解压缩器状态(也就是上下文)互相兼容是非常艰巨的任务。

一般情况下, 有两种不同的传统技术用来对解压缩器上下文进行更新。第一种技术采用周期性的刷新方式, 其中发送的是纯报头数据。这种解决方式的优点是它的性能不受链路往返时间(RTT)的影响, 原因是从不需要从解压缩器发送任何消息给压缩器这样一个事实。这意味着它也能工作于单工链路。另一方面, 周期刷新方式有许多缺点。例如, 平均得报头系统开销将很大, 因为有许多大刷新报头, 它们中的大多数都是不必要的。如果链路上出现差错是非常常见的, 丢失的数据包的数量也将很大。

更新上下文的其它一般方式是只有在解压缩器发出请求的时候才让压缩器发送刷新信息(也就是纯报头数据。这样做需要有一条双工链路, 但是能够减少平均的报头系统开销, 因为不进行任何毫无必要的更新。如果往返时间很短, 这一解决方案还能够减少由于发生链路错误以后上下文状态不兼容而丢失的数据包的数量。明显的缺点是对双工链路信道的依赖性, 对链路上丢失的数据包的敏感性, 以及当往返时间很长, 出现无效上下文(以及有关刷新请求)的时候, 对大量连续丢失的数据包的依赖性。

对于所有的报头压缩方案, 用两个量来描述它们的性能。压缩效率描述报头被压缩的程度。这可以用平均或者最大报头大小来表示, 也可以同时用这两者来表示, 或者用其它方式表示。坚固性描述这个方案处理链路上数据丢失事件的能力。丢失一个数据包会不会使报头上下文不兼容而导致随后大量数据包丢失?

通常情况下, 多数传统报头压缩方案工作得都非常好, 但是它们要求链路的差错率很低, 往返时间很短。

目前, 有许多不同的传统报头压缩方案。事实上, 它们并不是真正不同的方案, 而只是同一个方案的不同发展阶段。最早的建议(见

Van Jacobson 的《低速串行链路的压缩 TCP/IP 报头》, IETF RDC 1144, IETF 网络工作组, 1990 年 2 月, 在这里将它引入作为参考) 只处理传输控制协议(见 Jon Postel 的《传输控制协议》, DARPA RFC 761, 1980 年 1 月, 在这里将它引入作为参考) 流, 而以后则能够对 5 用户数据报协议和实时传输协议进行压缩(例如 Mikael Degermark, Bjorn Nordgren 和 Stephen Pink 的《IP 报头压缩》, IETF RFC 2507, IETF 网络工作组, 1999 年 2 月, 在这里将它引入作为参考; Steven Casner 和 Van Jacobson 的《低速串行链路的 IP/UDP/RTB 报头压缩》, IETF RFC 2508, IETF 网络工作组, 1999 年 2 月, 在这里将它引入作为参考). 因此今天可以说对于实时数据流只有一种方案对报头进行 10 压缩(见上面的 Casner 和 Jacobson), 目前它正在 EITF 中由音频/视频传输工作组进行标准化, 在这里将它叫做 CRTP.

CRTP 将 40 个八位位组的 RTP/UDP/IP 报头压缩到两个八位位组, 只要这些链路是可靠的, 这个最小的尺寸几乎等于平均值. CRTP 对 15 三个字段采用差分编码: CRTP 序列号码字段; CRTP 时间标记字段和因特网协议报头的 ID 字段. 如上所述, CRTP 采用更新请求来更新无效的解压缩上下文.

也可以采用更一般的方案压缩用户数据包 / 因特网协议报头(见上面的 Degermark 等等), 它采用周期性刷新原理, 而实时传输协议 20 报头则在随后以不压缩的方式发送, 使得每个数据包增加 12 个报头八位位组.

只要使用的链路误码率很低和 / 或往返时间很短, CRTP 就能够很好地工作. 但是, 无线链路常常不是这样. 往返时间一般都很大, 导致在解压缩器收到上下文更新消息之前大量数据包连续丢失. 这对于 25 实时音频和视频通常都是不允许的. 整个数据包丢失率也会太大, 而且没有人认为能够改善无线链路特性使结果更好. 误码率和往返时间的下降都要付出太多的代价. 于是, CRTP 的坚固性被它的脆弱性所取代.

本发明给出一个原理, 它在发送的每个数据包中包括以前发送的 30 一定个数数据包的差(德尔塔)值历史信息. 这样, 压缩方案变得更加稳健, 更能够承受数据包的丢失, 因为丢失的差信息可以用这个历史信息来重构.

## 附图简述

图 1 是本发明中数据包数据发射台的一个实例.

图 2 是图 1 所示报头压缩器的一个实施方案实例.

图 3 是图 1 和图 2 所示报头压缩器能够进行的操作实例.

5

图 4 是本发明中数据包数据接收台的一个实例.

图 5 是图 4 所示报头解压缩器的一个实施方案实例.

图 5A 是图 5 所示实施方案的另外一个选择.

10

## 发明详述

如上所述，链路上丢失数据包会导致报头压缩器的相应上下文状态跟报头解压缩器的上下文状态不一致。这种不一致会降低通信服务的质量，因为在上下文不一致的时候到达的数据包不能传递给用户应用程序。如果报头压缩 / 解压缩方案能够容忍丢失一些数据包而不会出现上下文不一致的情况，就能够避免质量出现难以接受的下降。按照本发明，假设在时间上连续的数据包，数据包 P-2、数据包 P-1、

15

数据包 P 等等也能够携带前面的报头 P-1、P-2 等等的信息，那么在链路上丢失一些数据包也能够被容忍而不会出现上下文不一致的情况。为了在给定数据包信息中包括前面的数据包的报头信息，可以对总的信息进行编码，以避免使报头的大小变成大得难以令人接受。这样，如同前面已经描述的和下面将更加详细地描述的一样，可以在给定数据包的报头中包括前面数据包报头的至少一部分历史信息，以便能够在丢失数据包的时候进行恢复而不出现上下文不一致的情况。包括在给定报头中的历史信息的范围可以互不相同，下面将详细描述。

20

25 在以下描述中将采用下面的定义。  
报头解压缩 (HD) 指的是从报头压缩过程产生的压缩报头信息重构所需要的 (未压缩) 报头信息的过程。

25

报头压缩和解压缩间损失 (LCD) 是报头压缩和报头解压缩器之间链路上的数据包损失参数。这个参数描述如果采用改变字段的编码原理建议，在这条链路上报头压缩方案能够容忍的最大数量的连续数据包丢失。当然，这一点要求这个方案中没有任何其它机制对损失更加敏感。

报头压缩前损失 (LBC) 是数据包流到报头压缩器之前发生的损失。这可能是连接的另外一端的损失，例如在采用同一个报头压缩方案的相同的窄带链路上，但是它也可能是在它们之间的链路（核心网络）上的损失。因为在这样可靠的一条链路上丢失数据包的可能性很小，跟窄带链路相比它的损失可以忽略不计。之所以要这样简化是因为这样做以后将报头压缩前损失要求设置成跟报头压缩和解压缩间损失的值相同就是合理的。

单个德尔塔 (ID) 代表跟前一个数据包相比字段的变化。如果一个报头的序列号是 42，前一个报头的序列号是 40，那么数据包 42 的单个德尔塔就是  $ID = 2$ 。

累加德尔塔 (AD) 是前面  $K$  个数据包的 ID 值的和，其中  $K$  取决于这个方案要记住变化的能力有多强。从以下描述可以看到， $K$  值较大具有更强的稳健性，从而能够适应更大的报头压缩前损失。

编码德尔塔值 (ED) 是对两个参数 ID 和 AD 进行编码，从而使它们能够用一个参数表示。

上面介绍的时间上连续的数据包序列，数据包 P-2、数据包 P-1、数据包 P 等等，的第 P 个数据包的给定报头字段的 ID 由下面的等式 1 给出。

$$ID_p = S_p - S_{p-1} \quad (1)$$

这样，这个序列第 P 个数据包的单个德尔塔  $ID_p$  由数据包 P 的字段跟它前一个数据包 P-1 的相应字段之间的差给出。在等式 1 中数据包 P 和 P-1 的序列号字段被分别指定为  $S_p$  和  $S_{p-1}$ 。

上面描述的累加德尔塔值可以针对数据包 P 定义为以下等式 2。

$$AD_p = \sum_{x=1}^K ID_{p-x}, \quad K \geq 2 \quad (2)$$

这样，累加德尔塔值  $AD_p$  代表数据包序列中数据包 P 之前发射的选定个数 ( $K$ ) 数据包相应单个德尔塔值的和。

如同下面的等式 3 所示，数据包 P 的单个德尔塔和累加德尔塔值  $ID_p$  和  $AD_p$  可以用编码函数  $f$  进行编码，产生编码德尔塔值， $ED_p$ ：

$$ED_p = f(ID_p, AD_p) \quad (3)$$

这个编码德尔塔值  $ED_p$  被随后作为压缩报头的一部分发射。在接收端， $f$  的导数  $f^{-1}$  被用于编码德尔塔值，恢复单个德尔塔值和累加德

尔塔值，如同等式 4 所示。

$$(ED_p, AD_p) = f^{-1}(ED_p) \quad (4)$$

本发明利用上面的等式 1 和 2 成功地保持通信信道中丢失多个连续数据包的情况下解压缩器的上下文维持有效。例如，如果上面的等式 2 中 K 的值被设置为等于 2，那么就能够在接收端处理连续丢失两个数据包这种情况。如果上面的等式 2 中 K 等于 2，那么数据包 P 的累加德尔塔值由下面的等式 5 给出。

$$AD_p = ID_{p-1} + ID_{p-2} \quad (5)$$

下面的等式 6、7 和 8 分别代表能够用本发明的报头解压缩方案进行解压缩的第一个、第二个和第三个估测值。

$$S_p = S_{LAST} + ID_p \quad (6)$$

$$S_p = S_{LAST} + ID_p + AD_p - ID_{LAST} \quad (7)$$

$$S_p = S_{LAST} + ID_p + AD_p \quad (8)$$

在等式 6~8 中的每一个等式里，第一项  $S_{LAST}$  代表在接收机中收到的数据包 P 前面（也就是倒数第二个数据包）那一个数据包的字段值（在这个实例中是序列号字段值），等式 7 中的  $ID_{LAST}$  代表相应的 ID 值。这样，从等式 6 可以看出，如果  $S_{LAST}$  是  $S_{p-1}$ （没有丢失数据包），就可以预期从等式 6 可以获得等式 1 所示的  $S_p$  的值。

但是，如果  $S_{LAST}$  不是  $S_{p-1}$ ，那么从等式 6 就不能获得  $S_p$  的正确值，于是可以从等式 7 第二次尝试估测  $S_p$ 。如果  $S_{LAST}$  是  $S_{p-2}$ （数据包 P-1 被丢失），就能够预期用等式 7 能够获得  $S_p$  的正确值。否则，用等式 7 将获得一个不正确的值，于是就能够用等式 8 来估测  $S_p$ 。如果  $S_{LAST}$  是  $S_{p-3}$ （数据包 P-1 和 P-2 被丢失），那么就能够预期利用等式 8 能够获得  $S_p$  的正确值。否则，用等式 8 同样不能获得正确值。从以上讨论可以发现，在数据包 P 到来之前只要丢失的数据包不超过连续两个数据包，用上面的 3 次连续估测就能够找到正确值  $S_p$ 。

回到等式 7，如上所述，如果只丢失一个数据包，这个等式就能够提供正确的值。在这种情况下，最后到达的数据包将是数据包 P-2，因此  $S_{LAST}$  和  $ID_{LAST}$  就分别是  $S_{p-2}$  和  $ID_{p-2}$ ，这样就得到下面的等式 7A。

$$S_p = S_{p-2} + ID_p + ID_{p-1} \quad (7A)$$

认识到  $S_{p-2}$  可以用图 7B 表示，

$$S_{p-2} = S_{p-1} - ID_{p-1} \quad (7B)$$

并且用这个表达式替换等式 7A 中的  $S_{P-2}$ , 我们得到

$$S_p = S_{P-1} + ID_p \quad (7C)$$

将等式 1 跟等式 7C 进行比较就会发现, 如果最后收到的数据包是数据包 P-2, 利用等式 7 就能够获得正确结果.

5 回到等式 8, 如上所述, 如果连续丢失 2 个数据包, 可以预期这个等式能够提供  $S_p$  的正确值. 在这种情况下, 最后收到的数据包将是 P-3, 因此  $S_{LAST}$  将是  $S_{P-3}$ . 将  $S_{P-3}$  和 (从等式 5 获得的)  $AD_p$  代入等式 8 就能够得到下面的等式 8A.

$$S_p = S_{P-3} + ID_p + ID_{P-1} + ID_{P-2} \quad (8A)$$

10 认识到  $S_{P-3}$  能够表示成下面的等式 8B.

$$S_{P-3} = S_{P-2} - ID_{P-2} \quad (8B)$$

并且回忆起  $S_{P-2}$  能够表示成上面的等式 7B, 于是  $S_{P-3}$  可以表示成下面的等式 8C.

$$S_{P-3} = S_{P-1} - ID_{P-1} - ID_{P-2} \quad (8C)$$

15 将  $S_{P-3}$  的表达式 8C 代入等式 8A 就得到下面的等式 8D.

$$S_p = S_{P-1} + ID_p \quad (8D)$$

将上面的等式 1 跟等式 8 进行比较发现, 如果最后收到的数据包是数据包 P-3, 利用等式 8 就能够获得正确结果.

下面的等式 9 对应于 K=3 的情况下上面的等式 2.

$$20 AD_p = ID_{P-1} + ID_{P-2} + ID_{P-3} \quad (9)$$

利用累加德尔塔的这一公式, 在连续丢失多达三个数据包的情况下, 可以用下面的等式 10~13 来维持解压缩器上下文有效.

$$S_p = S_{LAST} + ID_p \quad (10)$$

$$S_p = S_{LAST} + ID_p + AD_p - ID_{LAST} - ID_{NEXTLAST} \quad (11)$$

$$25 S_p = S_{LAST} + ID_p + AD_p - ID_{LAST} \quad (12)$$

$$S_p = S_{LAST} + ID_p + AD_p \quad (13)$$

30 具体而言, 等式 10 假设在数据包 P 之前收到了数据包 P-1 (没有丢失数据包), 等式 11 假设在数据包 P 之前收到了数据包 P-2 (丢失 1 个数据包), 等式 12 假设在数据包 P 之前收到了数据包 P-3 (丢失 2 个数据包), 等式 13 假设在数据包 P 之前收到了数据包 P-4 (丢失 3 个数据包). 这样, 如果  $S_{LAST}$  就是  $S_{P-1}$ , 等式 10 就能够提供正确的值  $S_p$ , 如果  $S_{LAST}$  分别是  $S_{P-2}$ 、 $S_{P-3}$  和  $S_{P-4}$ , 等式 11、12 和 13 就能够提供

正确的值  $S_p$ .

注意，等式 11 中的  $ID_{NEXTLAST}$  代表数据包 P 之前收到的数据包之前的数据包的单个德尔塔值，也就是倒数第二个收到的数据包。

一般说来，按照上面参考等式 6~8 所描述的方式，等式 10、11、  
5 12 和 13 分别代表利用跟最后收到的和倒数第二个收到的数据包 P 有关的适当值，本发明的示例性报头解压缩方案能够进行第一、第二、第三和第四个估测尝试。

有一种罕见的情形，在这种情形中丢失一个数据包的时候等式 11  
10 的估测不能够给出  $S_p$  的正确值，尽管正常情况下等式 11 应该能给出  
正确值。这种情形是：数据包 P-4 被收到；数据包 P-3 丢掉；数据包  
P-2 被收到；数据包 P-1 被丢掉；数据包 P 被收到。在这种情况下等  
式 1 不能给出正确的值，因为  $ID_{NEXTLAST}$  实际上就是  $ID_{P-4}$  而不是  $ID_{P-3}$ ，  
原因是数据包 P-3 没有被收到，跟等式 11 的假设相反，只有数据包  
P-2 被丢掉，数据包 P-3 被收到。

15 这种情形可以通过在对应于等式 10~13 的 4 次估测失败以后，  
进行第五次估测来加以处理。这第 5 次估测基本上将上面描述的情形  
看成没有收到数据包 P-2，这样，将这种情形当作丢掉了三个数据包  
来加以处理，也就是丢掉了数据包 P-1、P-2 和 P-3。在这第 5 次估测  
中，还可以利用等式 13，但是在这次估测中， $S_{P-4}$ （如果数据包 P-1、  
20 P-2 和 P-3 真的全部丢失，它就对应于最后收到的数据包）被作为  $S_{LAST}$   
插入。

25 图 1 说明本发明中能够实现上面描述的示例性报头压缩操作的数据包数据发射台的一个实施方案实例。传统的通信应用程序 11 提供报头信息 12 和有效负荷信息 13。有效负荷信息可以用有效负荷处理器 15 按照传统方式加以处理，它输出有效负荷 16。将报头信息提供给报头压缩器 14，报头压缩器压缩报头信息产生一个压缩后的报头  
17。有效负荷 16 和压缩后的报头 17 包括一个数据包 18。用一个传统的发射机 19 接收这个数据包 18，并使用众所周知的技术通过蜂窝通信网络这样的无线电通信链路将数据包发射出去。图 1 所示的数据包  
30 数据发射台可以是例如工作在蜂窝通信网络中的一个固定地点的或者移动无线电发射塔。

图 2 说明图 1 所示报头压缩器的一个示例部分。对应于所需字段

的报头信息，在这个实例中是上面描述的序列值  $S_p$ ，被输入给德尔塔编码器 21，和校验和产生器 22。德尔塔编码器按照上面的等式 1 进行传统德尔塔编码，产生对应于数据包 P 的  $S_p$  的单个德尔塔值  $ID_p$ 。单个德尔塔值被输入给缓冲器 24，它保持着前面 K 个数据包单个德尔塔值的一个记录。求和装置 25 跟缓冲器连接，接收单个德尔塔，还有 K 的值，以便按照等式 2 将前面的单个德尔塔值中所需要的那些加起来，为数据包 P 产生一个累加德尔塔  $AD_p$ 。编码器 26 接收数据包 P 的单个德尔塔  $ID_p$  和累加德尔塔  $AD_p$ ，并且将它们编码变成数据包 P 的编码德尔塔  $ED_p$ 。

校验和产生器 22 利用序列号值  $S_p$  产生校验和（例如循环冗余码校验和），也就是图 2 所示的校验和  $P$ 。29 的校验和跟 20 的编码德尔塔值  $ED_p$  合并形成一个压缩报头字段 28，代表序列号  $S_p$ 。这个压缩报头字段 28 能够包括在一个压缩报头中，比方说图 1 所示的 17。

虽然图 2 说明的是单独一个报头字段的压缩，但是应当明白其它所需报头的字段也能够用图 2 所示的技术进行压缩。

图 2 所示的编码器 26 将单个德尔塔  $ID_p$  和累加德尔塔  $AD_p$  变换成立并后的编码德尔塔  $ED_p$ 。在一个示例中，可以为单个德尔塔和累加德尔塔每个可能的值组合分配一个唯一的代码值，这些值可以按照校验观察结果加以确定。于是编码器 26 可以作为例如一个查阅表，它有多个代码，按照  $ID_p/AD_p$  组合编制下标。在一些实施方案中，可以确定编码德尔塔  $ED_p$  最常见的值，这些最常见的值可以用相对少量的比特来进行编码，而  $ED_p$  其它不常见的值则用相对较多的比特进行编码。

图 3 说明图 2 所示示例性报头压缩器实施方案能够进行的示例性操作。在 31 收到报头字段信息，在 32 产生校验和。在 33 计算单个德尔塔，在 34 计算累加德尔塔。在 35 根据单个和累加德尔塔产生编码德尔塔。在 36 将编码德尔塔跟校验和合并形成压缩报头字段。

图 4 说明本发明中数据包数据接收台的一个实例。传统接收机 46 能够用众所周知的技术从蜂窝通信链路这样的无线电通信链路接收图 1 所示发射的那种数据包 18 的一个接收版本 18'。收到的版本 18' 包括有效负荷版本 16' 和收到的压缩报头版本 17'。收到的有效负荷版本 16' 被输入给有效负荷处理器 45，它能够用传统技术在 43 产生

收到的有效负荷信息，输入给传统数据包数据通信应用程序 41。收到的压缩报头版本 17' 被提供给报头解压缩器 44，将收到的报头版本解压缩，并且在 42 将收到的报头信息提供给通信应用程序 41。

图 5 说明图 4 所示报头解压缩器的一部分。在图 5 中，图 2 中 20 5 所示的编码德尔塔  $ED_p$  的接收版本被提供给译码器 51，它能够利用等式 4 产生对应于数据包  $P$  的单个德尔塔和累加德尔塔。能够用具有  $ID_p/AD_p$  组合下标- $ED_p$  值的查阅表实现的译码器将德尔塔  $AD_p$  和单个德尔塔  $ID_p$  输出给重构器 53，这个重构器 53 能够让报头字段按照上面的等式 6~8 或者等式 10~13 进行估测尝试。 $S_p$  的当前估测也就是  $S_p'$  10 在 55 从重构器输出，提供给校验和产生器 56。

校验和产生器从当前估测  $S_p'$  产生一个校验和，并且在 57 将这个校验和输入给一个比较器 58，将产生的校验和 57 和图 2 中 29 所示的原始校验和的接收版本 29' 进行比较。如果被比较的校验和相同，就认为这一估测是正确的，比较器给出一个输出 500，它控制一个连接 15 单元 59，以便从重构器提供估测  $S_p'$  作为收到的报头信息给通信应用程序 41。这个正确的估测同时反馈给重构器 53，作为  $S_{LAST}$  储存起来，供重构器在下一次利用等式 6~8 或者 10~13 进行估测尝试的时候使用。收到新  $S_{LAST}$  的时候，重构器可以将  $ID_p$  移位到一个两级移位寄存器 52 中，在那里保留  $ID_{LAST}$  和  $ID_{NEXTLAST}$  的一个运行记录，用于等式 6~ 20 8 或者 10~13。

如果产生的校验和跟比较器中收到的校验和不同，比较器输出 500 就通知重构器进行另外一次尝试，例如在利用等式 6 没有成功以后尝试等式 7。如果等式 6~8（或者在另外一个实施方案中的等式 25 10~13）中没有一个能够在比较器 58 中得到相同的校验和，重构器 53 就能够输出一个失败信号给通信应用程序 41，说明这个报头字段不能被准确地重构。

虽然图 5 说明了单独一个报头字段的解压缩方法，但是应当明白其它报头字段也能够用图 5 所示的技术解压缩。

为了实现上面描述的特殊情形下的估测，其中等式 13 被重复使用， $S_{p-4}$ （它对应于收到的倒数第二个数据包）被作为  $S_{LAST}$  代替  $S_{p-2}$ （实际上它对应于最后收到的数据包）插入，图 5 所示的重构器需要维持最后收到的两个数据包  $S$  值的一个运行记录， $S_{LAST}$  和  $S_{NEXTLAST}$ 。例如这 30

可以通过采用跟图 5 所示寄存器 52 相似的一个两级移位寄存器来做到。 $S_{LAST}/S_{NEXTLAST}$  寄存器的一个示例 52A 在图 5A 中给出。于是上面描述的针对第五次估测等式 13 的重复使用可以用等式 14 描述为：

$$S_p = S_{NEXTLAST} + ID_p + AD_p \quad (14)$$

5 图 16 给出了图 5 和图 5A 所示的示例性报头解压缩器部分能够进行的操作。在 61 中，压缩报头字段的接收版本到达。在 62 中，对编码德尔塔进行译码，产生单个德尔塔和累加德尔塔。在 63，重构器利用例如等式 6~8 或者 10~14 中的一个进行重构尝试或者估测。在 64，从重构估测产生一个校验和。如果在 65 产生的校验和等于收到的校验和，就在 66 将重构估测作为报头字段值接受。如果在 65 产生的校验和跟收到的校验和不同，重构器就在 63 进行另外一次重构估测（用等式 6~8 或者 10~14 中的另外一个），直到在 67 中认定已经进行了所有尝试（也就是所有等式）。如果是这样，就在 68 给出一个失败信号。

15 显然，对于本领域终接技术人员而言，上面描述的示例性实施方案可以通过对传统数据包数据发射和接收台的报头压缩器和解压缩器的软件、硬件或者这两者的适当修改来很容易地实现。

同样，本发明能够用于通过有损窄带链路进行数据包通信，包括实时通信应用，比方说实时音频和视频应用。

20 虽然上面详细描述了本发明的示例性实施方案，但是这并不是要限制本发明的范围，本发明能够用各种实施方案来实现。

01.12.17

## 说 明 图

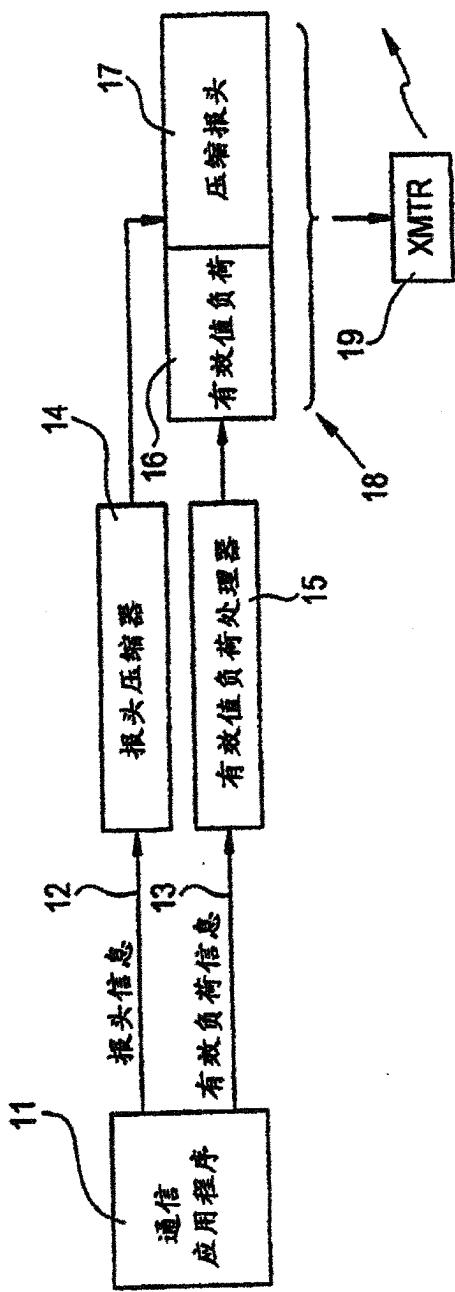


图 1

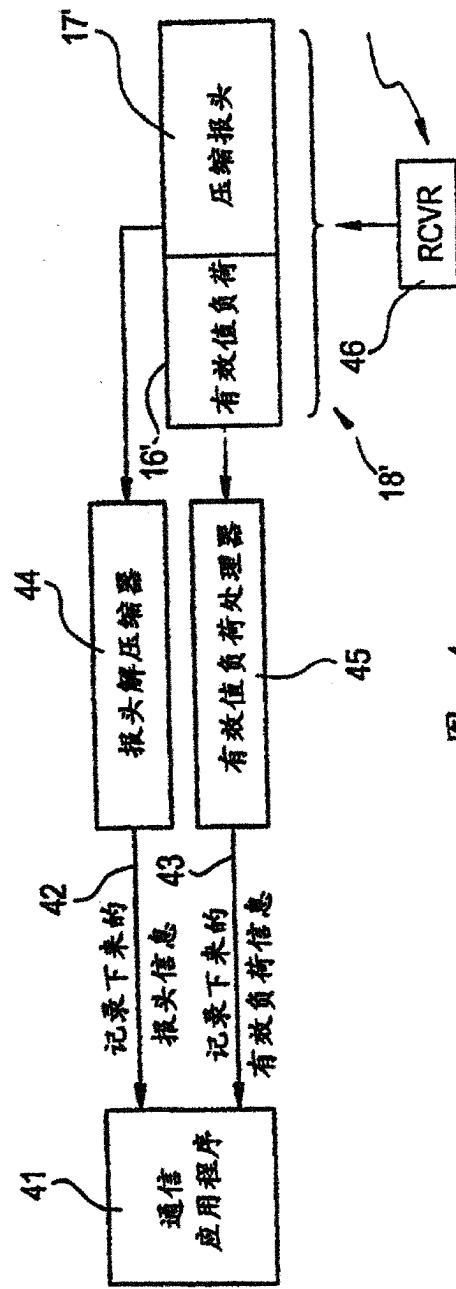


图 4

01.12.17

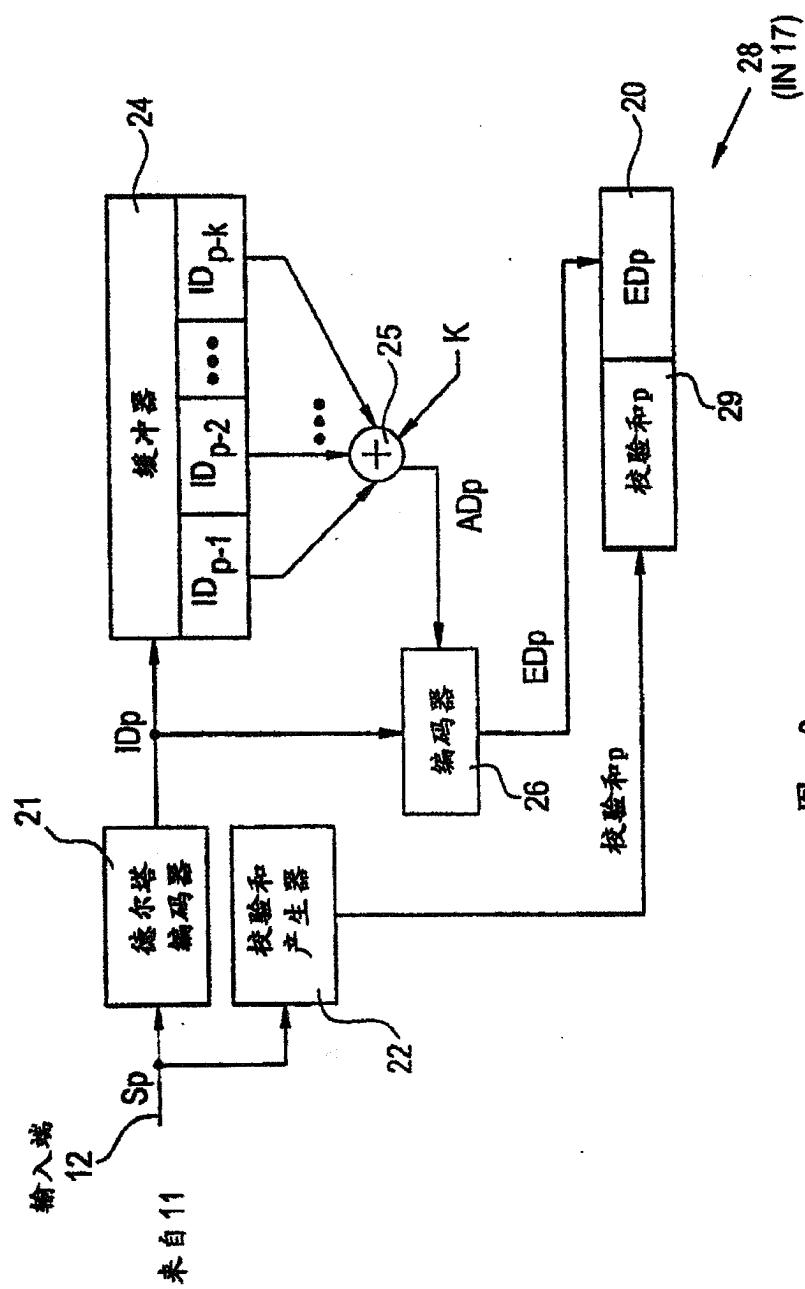


图 2

01·12·17

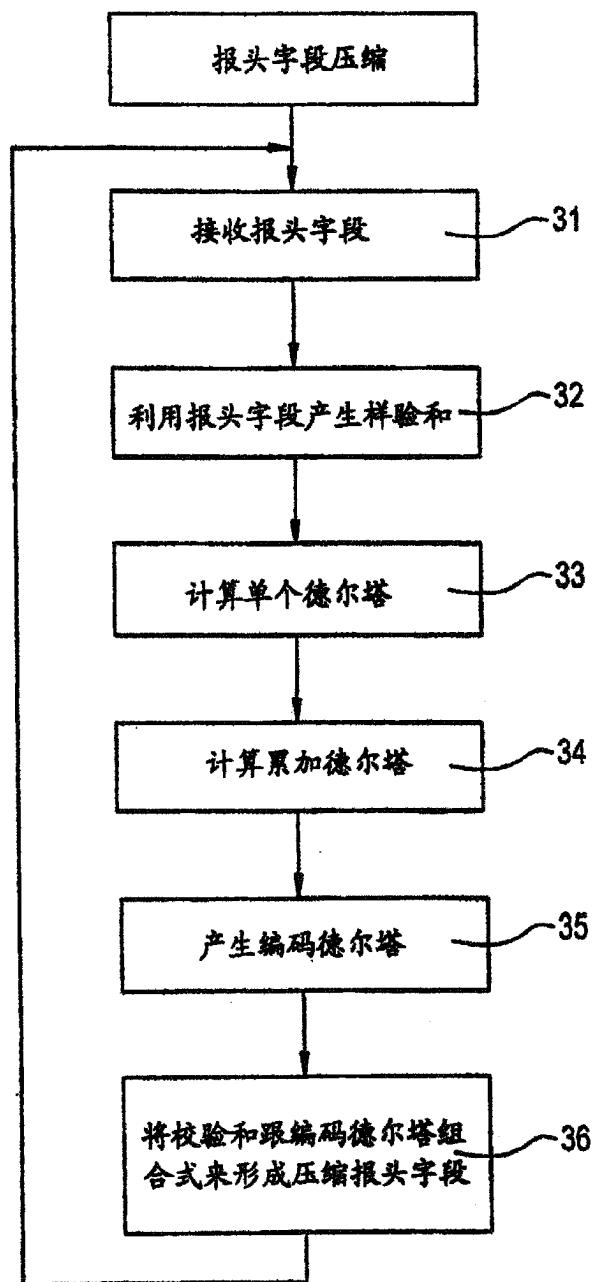
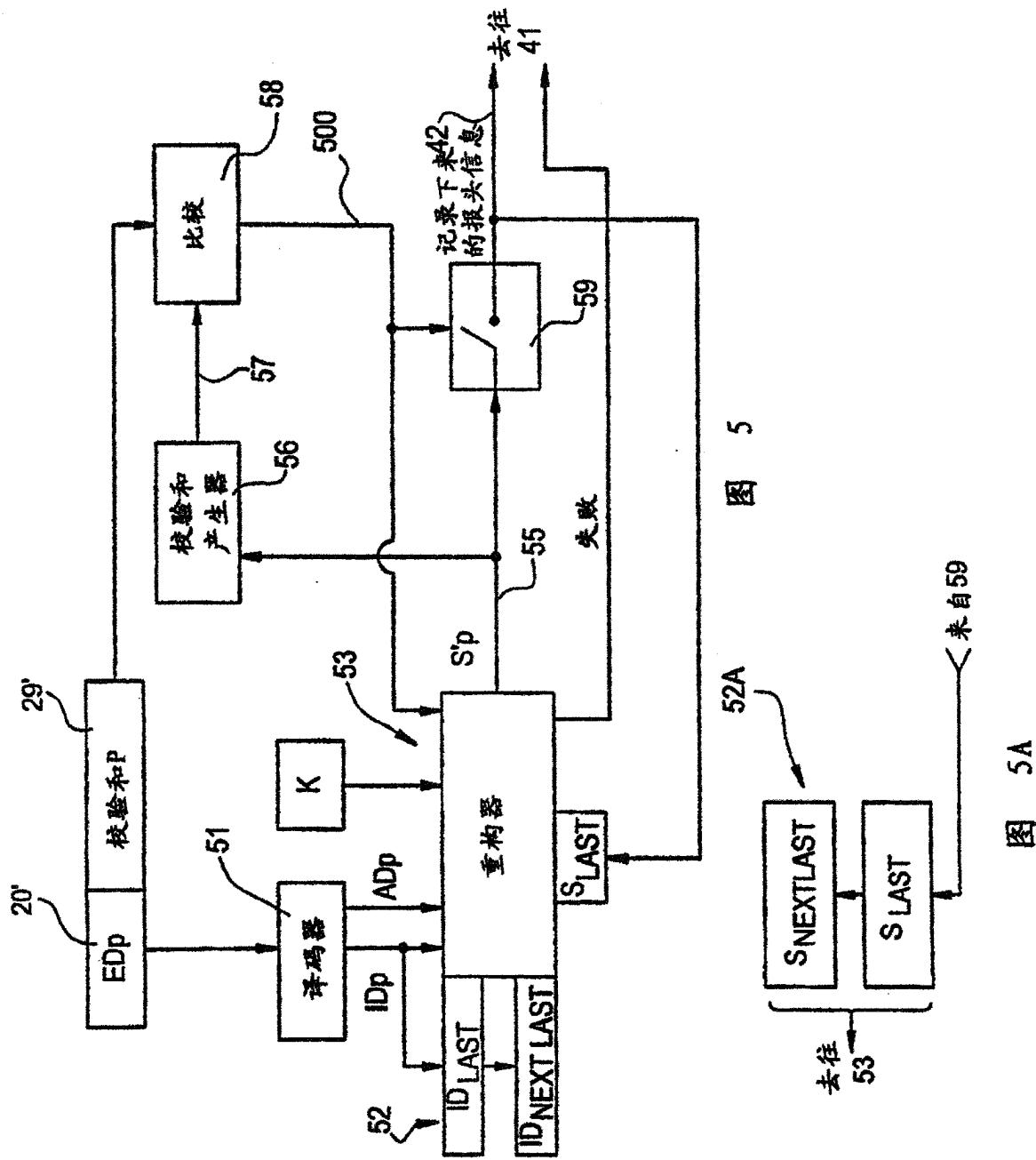


图 3

01.12.17



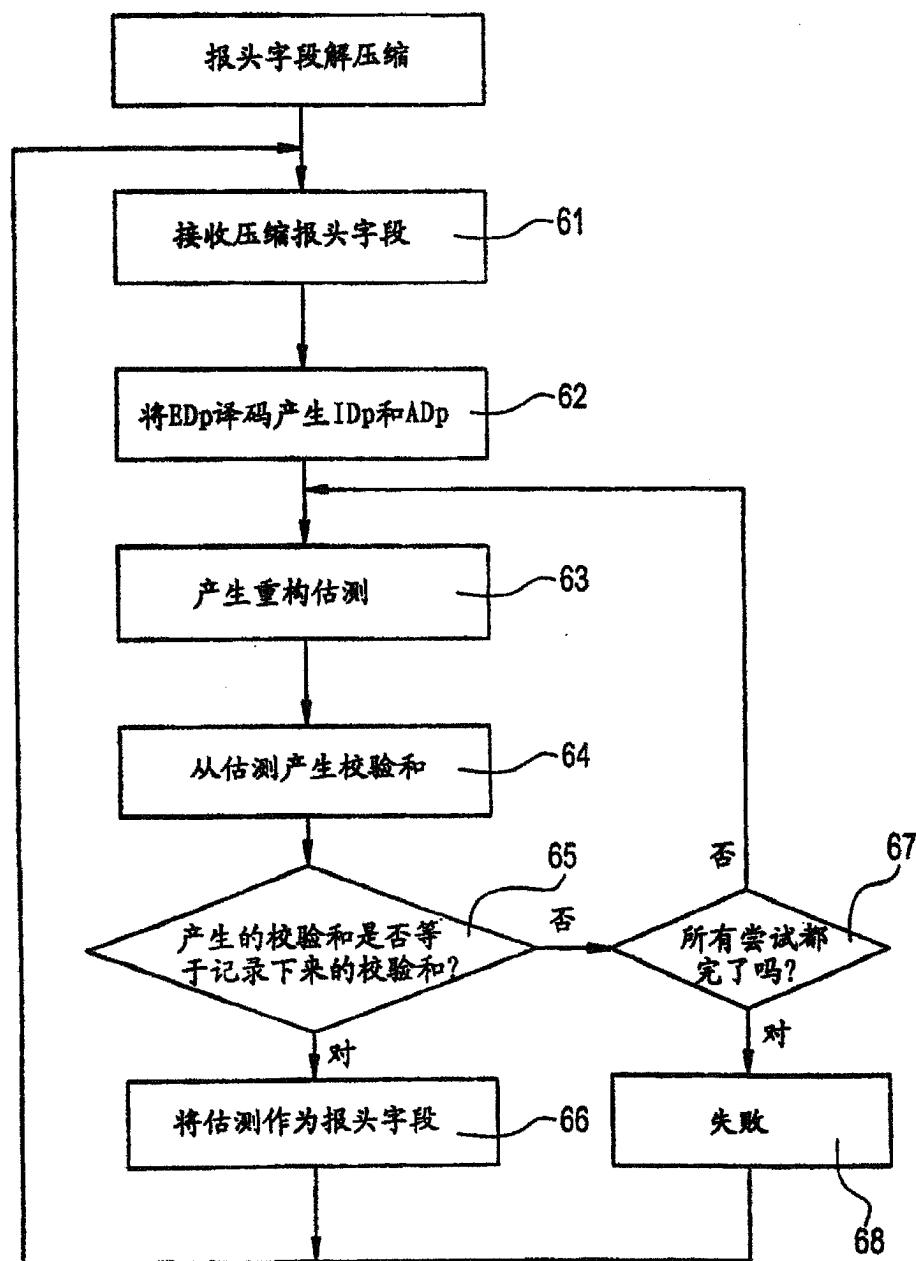


图 6